

Information Disclosure Statement

U.S Patent Application No. 10/537,050
Your Ref. No.: T3502-10174US01
Our Ref. No.: P02PB020/US

Reference No.:

(1) KR Publication Patent No.: 10-1998-0085026

ABSTRACT

The present invention relates to a sewage treatment method by irradiating an electron beam and adding ozone. According to the sewage treatment method, an electron beam is irradiated under the condition that ozone is added to sewage containing an organic material that is not likely to be decomposed so as to remove the organic material in the sewage. The sewage treatment method includes irradiating an electron beam generated from an electron beam accelerator while generating bubbles in sewage containing an organic material by adding ozone and a bubbling gas to the sewage to thereby oxidize or change the organic material in the sewage, and precipitating the oxidized or changed organic material and removing the precipitated organic material. Preferably, the sewage treatment method further includes injecting a metal-salt coagulant adsorbing the organic material before or after irradiating the electron beam, and injecting a polymer coagulant after irradiating the electron beam, the polymer coagulant providing a fast precipitation rate by coagulating the organic material adsorbed onto the metal-salt coagulant. As compared with the conventional sewage treatment method, the sewage treatment method according to the present invention allows removing an organic material contained in sewage with high efficiency even with using a low irradiation level of electron beam and a small amount of ozone. As a result, the sewage treatment method can satisfy a required water quality standard in chemical oxygen demand (COD) of about 30 ppm or less.

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. ⁶
C02F 1/30

(11) 공개번호 특1998-085026
(43) 공개일자 1998년12월05일

(21) 출원번호 특1997-020973
(22) 출원일자 1997년05월27일

(71) 출원인 삼성중공업 주식회사 이대원
서울특별시 강남구 대치동 890-25
(72) 발명자 김덕경
대전광역시 유성구 문지동 103-6번지
한범수
대전광역시 유성구 문지동 103-6 번지
김영희
대전광역시 유성구 문지동 103-6 번지
김유리
대전광역시 유성구 문지동 103-6 번지
김미주
대전광역시 유성구 문지동 103-6 번지
(74) 대리인 이영필
권석흠
윤창일

심사청구 : 없음

(54) 전자선 조사 및 오존 첨가에 의한 폐수처리 방법

요약

난분해성 유기물질이 함유된 폐수에 오존을 불어 넣은 상태에서 전자선을 조사하여 폐수중의 유기물질을 제거하는 전자선 조사 및 오존 첨가에 의한 폐수처리 방법에 관하여 개시된다. 개시된 폐수처리 방법은: 유기물질이 함유된 폐수에 오존 및 버블링(Bubbling) 가스를 불어 넣어 버블링 시키면서, 전자선 가속기로부터 발생된 전자선을 조사하여 폐수내의 유기물질을 산화 또는 변화시키는 전자선 조사 단계; 및 산화 또는 변화된 유기물질을 침전시켜 제거하는 침전제거 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다. 여기에서 상기 전자선 조사 단계 이전 또는 이후에 유기물질을 흡착하는 금속염응집제를 투입하는 단계; 및 상기 전자선 조사 단계 이후에 금속염응집제에 흡착된 유기물질을 응집함으로써 빠른 침전 속도를 가지게 하는 폴리머응집제를 투입하는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다. 이와 같은 본 발명에 따르면, 종래에 비해 낮은 전자선 조사선량과 적은 오존 사용량으로도 높은 효율로 폐수중의 유기물질을 제거할 수 있게 되어 COD 30ppm 이하의 방류수 수질 기준을 충족시킬 수 있게 된다.

대표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 폐수 처리 공정도,
도 2는 도 1의 실시예에 따른 폐수 처리 장치 개략 구성도,
도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 폐수 처리 공정도,
도 4는 도 3의 실시예에 따른 폐수 처리 장치 개략 구성도.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

21...전자선 반응조 22...버블링(Bubbling) 장치

23...전자선 가속기 24...침전조

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야 종래기술

본 발명은 난분해성 유기물질이 함유된 폐수처리 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 난분해성 유기물질이 함유된 폐수에 오존을 불어 넣은 상태에서 전자선을 조사하여 폐수중의 유기물질을 제거하는 전자선 조사 및 오존 첨가에 의한 폐수처리 방법에 관한 것이다.

산업의 발달과 함께 각종 형태의 폐수가 강이나 하천을 오염시키고 있으며, 그 결과 인류의 생활 터전인 자연환경을 파괴하여 인류의 생존권을 위협하게 되므로, 그 위험을 최소화하기 위하여 폐수배출총량제 등의 각종 제도적 규제가 점차 강화되고 있는 실정이다.

따라서, 이들 폐수에 대한 처리 분야가 다양화 되어 각종 폐수 처리 방법이 등장하고 있으며, 이들 폐수 처리 형태는 폐수를 발생시키는 현장에서부터 정제, 침전, 여과 등의 기본적인 공정과 화학적, 생물학적 처리 단계를 통해 복합적인 방법으로 처리하고 있으나, 여전히 만족할만한 성과를 얻지 못하고 있는 것이 현실이다.

일반적으로 난분해성 유기물질이 많이 함유된 염색폐수나 제지폐수 등의 폐수를 처리하는 방법은 화학처리후 생물학적처리(활성오니처리)를 행하는 것이 보통이다. 그 처리 방법은 1차적으로 산,알칼리 약제에 의한 중화공정을 거치고 각종 유기 및 무기의 응집제를 사용하여 폐수중의 BOD, COD 및 색도원인 물질과 기타 중금속 물질을 흡착,침전 또는 부상시켜 제거하는 화학적처리 공정을 거친다. 이 때에 중화제로 사용되는 산으로는 황산이 주로 사용되며, 알칼리제로는 가성소다 및 소석회가 사용된다.

무기응집제로는 염화제2철(FeCl_3), 황산제2철($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), 폴리황산제2철($\text{Poly-Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) 등의 제2철염을 주제로 한 것과 액체 유산반토, PAC(Poly Aluminium Chloride), PAS(Poly Aluminium Sulfate) 등의 알루미늄을 주제로 한 것 등의 다양한 종류가 산업 현장에서 선택 사용되고 있다.

통상으로 1차 화학처리에서 BOD, COD 및 색도의 제거효율은 60% 정도이며, 다음의 2차 공정인 생물학적 처리(활성오니처리)에서 배출허용기준 수준으로 처리 한다. 생물학적 처리방법은 호기성 미생물 또는 혐기성 미생물을 이용하여 폐수중의 유기물질을 제거하는 방법이다. 다만, 생물학적 처리후에도 배출허용기준을 준수하기 어려운 경우에는 생물학적 처리공정을 반복하거나 또는 2차 화학처리를 행하여야만 한다.

그러나, 이와 같은 종래 방법은약품 소요량이 많고 생물학적 처리에 시간이 매우 길게 소요되므로 배출허용기준에 도달하는데 시설비와 운영 부담이 상당히 큰 문제점으로 인해, 일정 한도 이상의 유기물질 제거효율을 얻는 것이 곤란하여 실상 방류수의 수질 기준으로 COD 50ppm을 달성하기는 매우 어려운 형편이며, 더구나 그 이하의 COD 농도로 낮추다는 것은 거의 불가능한 실정이다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 최근 여러 가지 방법이 도입 또는 제안되고 있다.

그 한가지 방법으로 감마선과 오존 및 중금속을 사용하는 방법이 있으나, 이 방법은 단순히 알콜을 산화하여 완전 분해시키는 것을 요지로 하고 있으며, 실제 소요되는 감마선량도 100kGy/hr.로서 매우 높고 분해에 소요되는 시간도 수 시간을 요하게 되는 등의 문제점이 있어 일반적인 폐수에 적용하기에는 부적합하다.

또한, 난분해성 유기물질이 함유된 폐수의 처리에 오존산화에 의한 화학적 처리 방법이 도입되고 있다. 오존 산화법은 유기물질에 대한 산화력은 우수하나 같은 산화력을 나타내기 위해서 소요되는 비용이 후술하는 전자선 조사에 의한 방법에 비해 약 5배 정도가 요구되며, 초기의 일정 수준 제거 효과 이외에는 더 이상의 효과를 보이지 못하는 문제점이 있다.

최근, 난분해성 유기물질의 제거에 보다 효과적인 전자선 조사에 의한 방법이 제안되고 있다. 이 방법의 경우도 단순히 전자선만을 조사하여 난분해성 유기물질을 완전산화 또는 분해시켜 제거하기 위해서는 매우 높은 전자선 조사선

량을 필요로 하게 된다. 또한, 전자선에 의하여 폐수중의 유기물질이 일반적으로는 분해되지만 오히려 고분자화하는 반응이 다를 수 있으며, 분해 반응도 일정 수준 이상으로는 더 이상 진행되지 않는 경향을 보인다.

이상에서 설명한 바와 같은 문제점으로 인해 국내 폐수처리장의 경우 종말처리장 방류 수질 기준으로 COD 50ppm 정도를 제대로 충족시킬 수 없는 곳이 대부분이며, 폐수배출 총량제 실시시 부과금 기준치인 COD 30ppm의 수준은 매우 힘든 실정이다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 종래 기술에 의한 난분해성 유기물질이 함유된 폐수처리 방법에 대한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 전자선 조사법과 오존 산화법을 연계시킴으로써 폐수중의 유기물질을 높은 효율로 제거할 수 있는 전자선 조사 및 오존 첨가에 의한 폐수처리 방법을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 전자선 조사 및 오존 첨가에 의한 폐수처리 방법은: 유기물질이 함유된 폐수에 오존 및 버블링(Bubbling) 가스를 불어 넣어 버블링 시키면서, 전자선 가속기로부터 발생된 전자선을 조사하여 상기 폐수내의 유기물질을 산화 또는 변화시키는 전자선 조사 단계; 및 상기 산화 또는 변화된 유기물질을 침전시켜 제거하는 침전제거 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

여기에서 상기 전자선 조사 단계 이후에, 상기 폐수에 상기 산화 또는 변화된 유기물질을 흡착하는 금속염응집제를 투입하는 단계; 및 상기 폐수에 상기 금속염응집제에 흡착된 유기물질을 응집함으로써 빠른 침전 속도를 가지게 하는 폴리머응집제를 투입하는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.

또는, 상기 전자선 조사 단계 이전에, 상기 폐수에 상기 폐수내의 유기물질을 흡착하는 금속염응집제를 투입하는 단계; 및 상기 전자선 조사 단계 이후에, 상기 폐수에 상기 금속염응집제에 흡착된 유기물질을 응집함으로써 빠른 침전 속도를 가지는 폴리머응집제를 투입하는 단계;를 더 포함하는 것도 바람직하다.

그리고 상기 금속염응집제는 철염 또는 알루미늄염인 것이 바람직하고, 상기 버블링 가스는 공기, 질소 또는 아르곤 가스중 하나 이상을 선택하여 사용하는 것이 바람직하다.

이하, 본 발명에 따른 전자선 조사 및 오존 첨가에 의한 폐수처리 방법을 상세히 설명한다.

본 발명에 따른 폐수처리 방법은 기본적으로 전자선 조사 단계와 침전제거 단계를 구비하게 된다.

상기 전자선 조사 단계는 본 발명의 특징부로, 오존을 폐수내에 불어 넣는 상태에서 전자선을 조사하여 폐수중의 유기물을 분해, 산화 또는 착화합물을 쉽게 형성할 수 있는 성분으로 변화시키는 단계이다. 즉, 오존과 전자선의 강한 산화력을 동시에 이용하여 폐수중의 유기물질을 제거 가능한 상태로 만드는 단계이다.

이 단계에서는 전자선 조사와 오존 산화법을 함께 사용하는 경우 나타나게 되는 연쇄반응을 이용하여 낮은 전자선 조사선량과 적은 오존 사용량만으로도 충분한 양의 반응성 라디칼을 생성시키고, 이들이 다시 산화되면서 라디칼을 재생산하게 하는 과정을 되풀이 할 수 있게 된다. 상기와 같은 연쇄반응을 살펴보면 아래와 같고, 여기에서 편의상 폐수중의 유기물질로부터 생성된 라디칼을 R로 표시한다.

$$\begin{aligned} & \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H} \cdot, \text{e}_{\text{aq}}^-, \text{OH} \cdot, \text{H}_2 \cdot, \text{H}_2\text{O}_2 \text{ (전자선 조사에 의해 생성된 물의 분해산물)} \\ & \text{H} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HO}_2\text{e}_{\text{aq}}^- + \text{O}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{HO}_2\text{RH} + \text{OH} \cdot \rightarrow \text{R} + \text{H}_2\text{OR} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ROOROO} + \text{RH} \cdot \rightarrow \text{ROOH} + \text{RROO} + \text{ROO} \cdot \rightarrow \text{ROOR} + \text{O}_2\text{ROO} + \text{O}_3 \cdot \rightarrow \text{RO} + \text{H}_2\text{O}_2\text{RO} + \text{RH} \cdot \rightarrow \text{RO} + \text{R} \end{aligned}$$
상기의 반응에서 마지막 두가지는 오존(O₃)이 첨가된 경우에만 일어날 수 있는 특징적인 반응이며, 네 번째 반응에서와 마찬가지로 반응성 있는 유기물질의 라디칼(R)을 재생산(연쇄반응)하게 된다.

이와 같이 전자선이나 오존만을 사용한 경우보다 두가지를 연계시켜 동시에 적용한 경우에는 연쇄반응에 의해 유기물질에 대한 산화력이 매우 높아질 수 있게 된다.

침전제거 단계는 상술한 바와 같이 산화 또는 침전 가능한 형태로 변화된 유기물질을 침전시켜 제거하는 단계이다. 즉, 전자선 조사 및 오존 산화에 의해 산화되거나 불안정한 상태의 화합물로 변한 폐수중의 유기물질들이 표면전하를 잃으면서 응집반응을 거쳐 침전하게 된다.

상술한 바와 같은 본 발명에 따른 기본적인 실시형태는 폐수중의 산화되거나 변화된 유기물질이 침전하여 제거되는데 시간이 소요되고 또한 완전히 제거된다고 볼 수 없기 때문에, 폐수내에 응집제를 투입하여 상기 유기물질들의 침전속도를 높이고 제거효율을 높일 필요가 있게된다.

따라서, 본 발명의 바람직한 실시예에는 응집제 투입 단계를 구비하게 된다.

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 폐수 처리 공정도를 나타낸 것이고, 도 2는 그에 따른 폐수 처리 장치 개략 구성도이다.

도 1에서와 같이 본 발명의 바람직한 실시예에는 전자선 조사 단계, 금속염응집제 투입 단계, 폴리머응집제 투입단계 및 침전제거 단계를 구비하게 된다.

전자선 조사 단계는 전술한 바와 같은 작용을 한다.

이 단계에서는 우선 난분해성 유기물질이 함유된 폐수를 전자선 반응조(21)에 도입하고, 상기 전자선 반응조(21)에 설치된 버블링 장치(22)를 통해 버블링 가스를 폐수내에 불어 넣어 폐수를 버블링시키게 된다. 이때 오존(O

3)을 버블링 가스와 함께 폐수내에 투입하여 상기 유기물질과 반응을 일으킬 수 있도록 한다. 폐수의 내부에 투입된 오존과 버블링 가스는 버블(Bubble 즉, 기포)을 형성하여 폐수를 교반시킴으로써, 전자선이 폐수 깊숙히 효율적으로 조사되도록 하고 오존이 유기물질과 접촉할 수 있는 가능성을 높이는 효과가 있다. 상기 버블링 가스로는 공기, 질소 또는 아르곤 가스 등이 사용된다. 상기와 같이 폐수를 버블링 시키면서, 폐수면과 소정의 간격을 유지하며 상부에 설치된 전자선 가속기(23)로부터 발생된 전자선을 상기 폐수에 조사한다. 전자선에 조사된 폐수중의 유기물질은 전술한 바와 같이 산화 또는 침전 가능한 형태로 변화된다. 다음 단계에서 투입되는 금속염응집제와 쉽게 착화합물을 형성할 수 있는 형태로 변화된다.

다음 단계인 금속염응집제 투입 단계는 전자선이 조사된 폐수에 금속염응집제를 투입하여 산화 또는 변화된 유기물질들을 흡착하는 단계이다. 투입 시기는 전자선 조사 이후, 폐수를 침전조(24)에 도입하는 과정중에 투입하는 것이 유기물질을 응집하는데 필요한 시간을 가질 수 있으므로 바람직하다.

상기 금속염응집제는 주로 무기응집제로서 철염과 알루미늄염이 사용된다. 그 중에서도 유해물질의 제거율이 높은 황산제이철염이나 황산알루미늄염을 사용하는 것이 바람직하다. 투입된 금속염응집제는 상기 전자선 조사 단계에서 산화 또는 변화된 유기물질들을 흡착하여 착화합물을 형성한다.

다음 단계는 폴리머응집제 투입 단계로, 상기 폴리머응집제는 고분자의 유기물질로서 폐수내의 유기물질을 응집하여 가라앉는 성질을 가지므로, 상기 금속염응집제에 흡착된 유기물질들을 응집하여 빠른 속도로 침전하게 된다.

마지막 단계는 상기 금속염응집제와 폴리머응집제에 응집된 유기물질들을 침전조(24)에서 침전, 제거시키는 단계이다. 이 단계 이후에는 침전된 유기물질들은 슬러지로 제거되고, 맑은 처리수만 방류 또는 재사용된다.

상술한 바와 같은 바람직한 실시예에 따르면, 종래의 방법으로는 달성하기 어려웠던 방류수 수질 기준 COD 50ppm 이하를 쉽게 달성할 수 있게 되며, 또한 종래의 방법에 의해 전처리된 COD 80ppm 정도의 폐수에 적용할 경우에는 COD 30ppm 이하의 방류수 수질 기준을 충족시킬 수 있게 된다.

상세히 설명하면, 종래의 화학적 처리와 생물학적 처리를 거쳐 수십 ppm 정도의 COD를 나타내는 전처리된 폐수 혹은 폐수 자체의 유기물질 농도가 높지 않은 폐수에 대하여 오존 첨가 상태에서 전자선을 조사하게 되면 50% 이상의 추가적 COD 제거 효과가 발생하게 된다. 이때 사용되는 전자선 조사선량은 1kGy 정도로서 매우 낮은 수준이고, 첨가되는 오존 사용량은 전자선 조사면적 3 m² 정도의 전자선 반응조 내의 폐수에만 용해될 수 있는 정도(폐수중의 오존 농도는 약 2ppm이면 충분함)면 족하므로, 이는 종래의 오존 산화법을 사용하는 일반적인 폐수처리장의 오존 사용량에 비하여 수십분의 일정도로서 매우 경제적이다.

그리고, 고농도의 세제가 함유되어 전자선 조사에 의한 산화의 결과로서 오히려 색도가 짙어지는 결과를 낳게 되는 제지폐수나, 자연상태에서는 쉽게 침전되지 않는 종류의 유기물질을 함유한 폐수에 대해서는 금속염응집제를 투입하게 되면 10% 정도의 추가적 COD 제거 효과를 가져온다.

한편, 본 발명의 다른 실시예로서 응집제 투입 순서를 바꾼 폐수처리 공정도 적용 가능하다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 폐수 처리 공정도이고, 도 4는 도 3의 실시예에 따른 폐수 처리 장치 개략 구성도를 나타낸 것이다.

도 3에 따르면 본 발명의 다른 실시예에는 전술한 실시예와 달리 금속염응집제 투입 단계를 먼저 거치고, 전자선 조사 단계와, 폴리머응집제 투입 단계 및 침전제거 단계를 거치게 된다.

상기 금속염응집제 투입 단계는 유기물질이 함유된 폐수를 전자선 반응조(21)에 도입하는 과정에서 또는 도입한 후에

금속염 응집제를 투입한다. 따라서, 전자선 조사 전 및 조사중에도 폐수내의 유기물질을 흡착할 수 있게 되어, 유기물질의 흡착효율이 높아지는 효과가 있다.

다음의 전자선 조사 단계는 앞서 기술한 바람직한 실시예에서 같이, 난분해성 유기물질이 함유된 폐수를 전자선 반응조(21)에 도입하고, 상기 전자선 반응조(21)에 설치된 버블링 장치(22)를 통해 오존 및 버블링 가스를 폐수내에 넣어 폐수를 버블링시키게 된다. 폐수의 내부에 투입된 오존과 버블링 가스는 버블(Bubble 즉, 기포)을 형성하여 폐수를 교반시킴으로써, 전자선이 폐수 깊숙히 효율적으로 조사되도록 하고 상기 금속염응집제가 폐수내에 골고루 석출될 수 있도록 하며 오존이 유기물질과 접촉할 수 있는 가능성을 높이는 효과가 있다. 상기와 같이 폐수를 버블링시키면서, 폐수면과 소정의 간격을 유지하며 상부에 설치된 전자선 가속기로(23)부터 발생된 전자선을 상기 폐수에 조사한다. 전자선에 조사된 폐수중의 유기물질은 전술한 바와 같이 산화 또는 침전 가능한 형태로 변화되며 미리 투입된 금속염응집제와 착화합물을 형성한다.

다음 단계는 전자선 조사 이후 폐수를 침전조(24)에 도입하는 과정중에 폴리머응집제를 투입하는 단계이고, 마지막 단계는 상기 금속염응집제와 폴리머응집제에 응집된 유기물질들을 침전조(24)에서 침전, 제거시키는 단계이다. 이 두 단계의 상세한 내용은 앞서 설명한 바람직한 실시예에서와 같다.

이와 같은 본 발명의 다른 실시예는 전술한 바람직한 실시예에 비해 COD 제거 효율이 약간 높은 장점이 있으나, 금속염응집제를 미리 투입함으로 인해 전자선 반응조가 쉽게 오염되는 단점이 있다. 그 이외의 효과는 전술한 바람직한 실시예에서와 동일하다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 폐수처리 방법은 전자선 조사에 의한 방법과 오존 산화법을 연계함으로써, 종래에 비해 낮은 전자선 조사선량과 적은 오존 사용량으로도 높은 효율로 폐수중의 유기물질을 제거할 수 있게 되어 COD 30ppm 이하의 방류수 수질 기준을 충족시킬 수 있는 효과가 있다.

(57)청구의 범위

청구항1

유기물질이 함유된 폐수에 오존 및 버블링(Bubbling) 가스를 넣어 버블링 시키면서, 전자선 가속기로부터 발생된 전자선을 조사하여 상기 폐수내의 유기물질을 산화 또는 변화시키는 전자선 조사 단계; 및

상기 산화 또는 변화된 유기물질을 침전시켜 제거하는 침전제거 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자선 조사 및 오존 첨가에 의한 폐수처리 방법.

청구항2

제 1항에 있어서,

상기 전자선 조사 단계 이후에, 상기 폐수에 상기 산화 또는 변화된 유기물질을 흡착하는 금속염응집제를 투입하는 단계; 및

상기 폐수에 상기 금속염응집제에 흡착된 유기물질을 응집함으로써 빠른 침전 속도를 가지게 하는 폴리머응집제를 투입하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자선 조사 및 오존 첨가에 의한 폐수처리 방법.

청구항3

제 1항에 있어서,

상기 전자선 조사 단계 이전에, 상기 폐수에 상기 폐수내의 유기물질을 흡착하는 금속염응집제를 투입하는 단계; 및

상기 전자선 조사 단계 이후에, 상기 폐수에 상기 금속염응집제에 흡착된 유기물질을 응집함으로써 빠른 침전 속도를 가지는 폴리머응집제를 투입하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자선 조사 및 오존 첨가에 의한 폐수처리 방법.

청구항4

제 2항 또는 제 3항에 있어서,

상기 금속염응집제는 철염 또는 알루미늄염인 것을 특징으로 하는 전자선 조사 및 오존 첨가에 의한 폐수처리 방법.

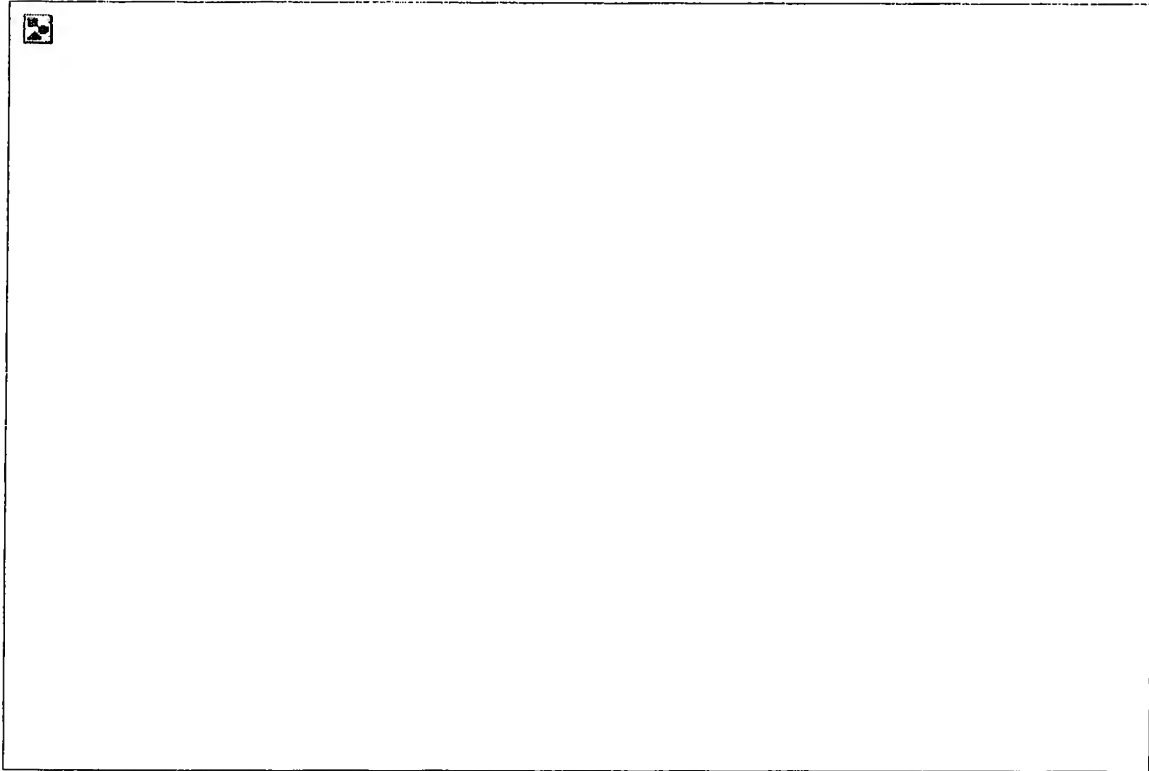
청구항5

제 1항내지 제 3항중 어느 한 항에 있어서,

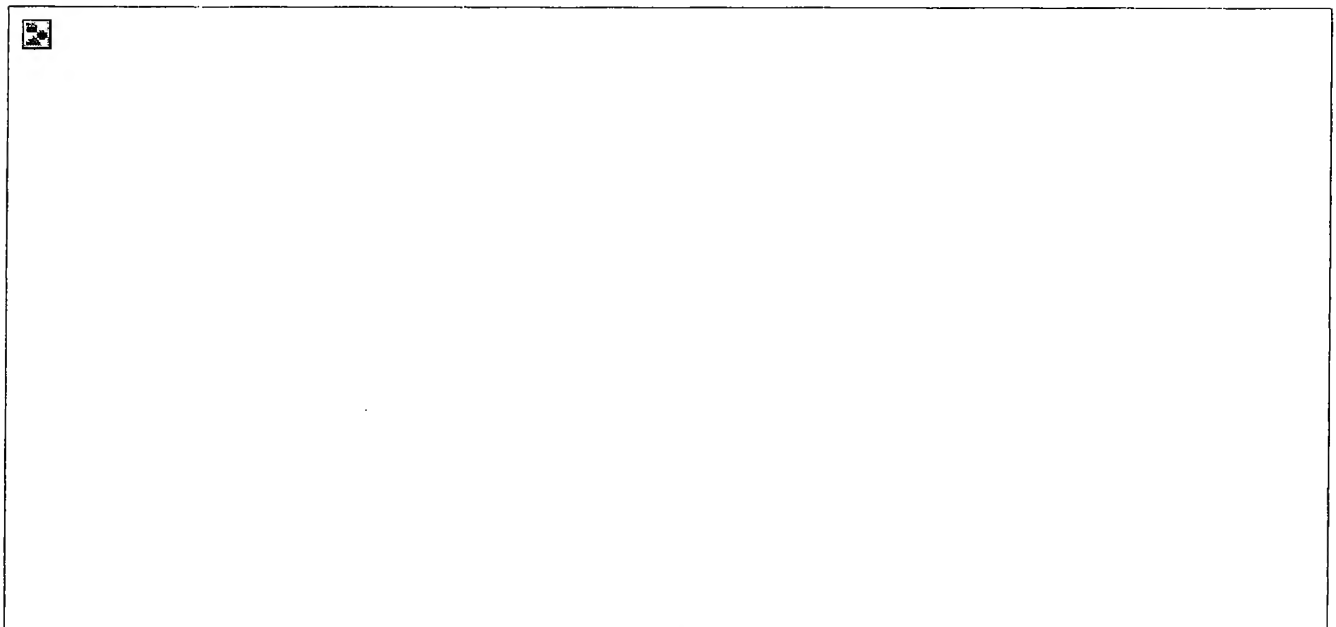
상기 버블링 가스는 공기, 질소 및 아르곤 가스로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나의 가스인 것을 특징으로 하는 전자선 조사 및 오존 첨가에 의한 폐수처리 방법.

도면

도면1



도면2



도면3